

10/661,847 FOREIGN PATENT "O"

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-288881

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 2 1 C 7/14

識別記号

GDB Z 8204-2G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全11頁)

(21)出願番号

特願平4-85643

(22)出願日

平成4年(1992)4月7日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 斎藤 登

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 奈良林 直

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 山田 勝己

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 猪股 祥晃

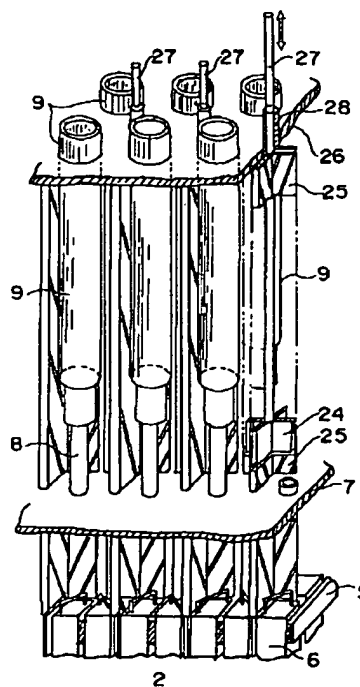
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 沸騰水型原子炉

(57)【要約】

【目的】炉心上部において制御棒の移動領域を確保し、燃料集合体の上部から制御棒の挿入が可能なこと。

【構成】気水分離器9およびスタンドパイプ8を構成する円筒体の隙間に内部に制御棒24を収納する制御棒案内管25を設ける。この制御棒案内管25はシュラウドヘッド7を貫通し、燃料集合体6の上端に至るまで一体化して配置されている。



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の隙間に内部に前記制御棒を収納する横断面十字状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シュラウドヘッドを貫通し、前記燃料集合体の上端に至るまで一体化して配設したことを特徴とする沸騰水型原子炉。

【請求項2】 原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の隙間に内部に前記制御棒を収納する横断面十字状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シュラウドヘッドを貫通し、前記燃料集合体の上端に至るまで一体化して配設しかつ前記燃料集合体の上部と前記制御棒案内管を連結する連結管を設けてなることを特徴とする沸騰水型原子炉。

【請求項3】 原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御

2

棒駆動機構とを具備し、前記シュラウドヘッドの下方に設置された上部格子板の格子点で、その格子点と接する4体の燃料チャンネルを1組とし、前記各格子の4頂点回りに前記燃料チャンネルをそれぞれ4体ずつ集め、前記格子中央は前記制御棒の通路を妨げないような領域を確保し、前記燃料集合体の上部と前記上部格子板を固定する連結具を設けてなることを特徴とする沸騰水型原子炉。

【請求項4】 原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記シュラウドヘッドの上部に設置された気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の隙間に、内部に制御棒を収納する十字状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シュラウドヘッドを貫通し燃料集合体の上端に至るまで一体として配設し、前記制御棒の移動領域を確保するために隣接する燃料集合体の上部を連結する機構を燃料集合体上部構造部材に設けたことを特徴とする沸騰水型原子炉。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は特に炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する型式の沸騰水型原子炉に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の沸騰水型原子炉は図19に示すごとく構成されている。原子炉压力容器1内には炉心2を収容するシュラウド3が設置されており、シュラウド3の下部および上部にそれぞれ配設された炉心支持板4および上部格子板5の間には多数の燃料集合体6が設置されている。

【0003】シュラウド3の上部にはシュラウドヘッド7が配設されており、このシュラウドヘッド7の上部にはスタンドパイプ8を介して気水分離器9が設置されている。気水分離器9の上方には蒸気乾燥器10が配設されている。炉心支持板4の下方には、炉心2内に挿入される制御棒を収納する制御棒案内管11と、制御棒を駆動するための制御棒駆動機構12が設置されている。

【0004】炉心2の側方には複数のジェットポンプ13が配設されており、このジェットポンプ13の入口側には原子炉压力容器1内の冷却水を再循環する再循環ポンプ

14を備えた再循環系配管15の吐出側配管16が開口している。原子炉压力容器1のジェットポンプ13の側方には再循環系配管15の吸込側配管17が開口している。

【0005】原子炉压力容器1の蒸気乾燥器10の側方壁面には図示しないタービンへ炉心2で発生した蒸気を導く主蒸気管18が開口している。また、原子炉压力容器1のスタンドパイプ8側方にはこの原子炉压力容器1に冷却水を供給する給水配管19が開口している。

【0006】燃料集合体6は図20に示すように燃料チャンネル20に囲まれ燃料集合体の剛性を保っており、燃料集合体6の支持は下部において炉心支持板4上の燃料支持金具21の4ヶ所の穴44内に燃料集合体6の下端構造物である下部タイプレート22が挿入される。

【0007】これにより、上部においては上部格子板5と各格子内の4体の燃料集合体の燃料チャンネルに取り付けたチャンネルファスナー23とで位置決めし制御棒の通路を確保している。上部格子板5の上部からの燃料集合体6の配置およびチャンネルファスナー23の関係を図21に示す。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで原子炉压力容器の下部構造の簡素化を通じて、安全性の一層の向上および定期検査時の作業性向上・放射線被曝低減を目指し、炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する方式の原子炉を考えた場合、次のような課題がある。

【0009】すなわち、炉心上部において制御棒の移動領域を確保するためには、気水分離器と制御棒案内管が干渉し合い、従来例では適切な配置設定を行うことが困難である。また、燃料集合体上部で制御棒とチャンネルファスナーが干渉し合い、従来の燃料集合体支持構造のままでは不可能である。

【0010】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する方式に対応して、炉心上部において制御棒の移動領域を確保し、なおかつ気水分離器が本来の機能を果たせる炉内構造を備え、また燃料集合体の上部から制御棒の挿入が可能となる炉内構造物を有する沸騰水型原子炉を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明は原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気

水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の隙間に内部に前記制御棒を収納する横断面十字状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シュラウドヘッドを貫通し、前記燃料集合体の上端に至るまで一体化して配設したことを特徴とする。

【0012】第2の発明は原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の隙間に内部に前記制御棒を収納する横断面十字状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シュラウドヘッドを貫通し、前記燃料集合体の上端に至るまで一体化して配設しかつ前記燃料集合体の上部と前記制御棒案内管を連結する連結管を設けてなることを特徴とする。

【0013】第3の発明は原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞しかつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドパイプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離された蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動する制御棒駆動機構とを具備し、前記シュラウドヘッドの下方に設置された上部格子板の格子点で、その格子点と接する4体の燃料チャンネルを1組とし、前記各格子の4頂点回りに前記燃料チャンネルをそれぞれ4体ずつ集め、前記格子中央は前記制御棒の通路を妨げないような領域を確保し、前記燃料集合体の上部と前記上部格子板を固定する連結具を設けてなることを特徴とする。

【0014】第4の発明は原子炉压力容器と、この原子炉压力容器内の下方に配置された炉心と、この炉心を構成する複数体の燃料集合体間に上方から下方へ向けて挿入しかつ下方から上方へ向けて引き抜き操作を行う複数の制御棒と、前記複数の燃料集合体を包囲し炉心を形成

5

するシュラウドと、このシュラウドの上端開口を閉塞し  
かつ前記複数の制御棒が上下動自在に挿通するシュラ  
ウドヘッドと、このシュラウドヘッドの上端にスタンドバ  
イプを介して立設され前記炉心から発生した蒸気の気水  
分離を行う複数の気水分離器と、この複数の気水分離器  
の上方に設けられかつこれら複数の気水分離器で分離さ  
れた蒸気を乾燥させる蒸気乾燥器と、前記制御棒を駆動  
する制御棒駆動機構とを具備し、前記シュラウドヘッド  
の上部に設置された気水分離器およびスタンドパイプを  
構成する円筒体の間隙に、内部に制御棒を収納する十字  
状の制御棒案内管を設置し、この制御棒案内管を前記シ  
ュラウドヘッドを貫通し燃料集合体の上端に至るまで一  
体として配設し、前記制御棒の移動領域を確保するため  
に隣接する燃料集合体の上部を連結する機構を燃料集合  
体上部構造部材に設けたことを特徴とする。

【0015】

【作用】第1の発明ではシュラウドヘッド上部に設置し  
た気水分離器およびスタンドパイプを構成する円筒体の  
間隙に十字状の制御棒案内管を配置し、シュラウドヘッ  
ドを貫通し燃料集合体の上端に至るまで一体として設置  
することにより制御棒の水平方向の動きを拘束し、制御  
棒と燃料集合体の水平相対位置を一定に保つことができ  
る。

【0016】第2の発明では燃料集合体の上部とシュラ  
ウドヘッドに溶接された制御棒案内管を連結する十字状  
の連結管を設けることによって、燃料集合体上部の水平  
方向の位置決めができ制御棒の移動通路を確保すること  
ができる。

【0017】第3の発明では従来のチャンネルファスナ  
ーを廃止して制御棒の上部からの挿入の妨げとなる要因  
を除去し、上部格子板の交点を囲む4体の燃料チャン  
ネルを1組とし、固定具で固定して制御棒の移動通路を確  
保する。

【0018】第4の発明では燃料集合体の上部構造部材  
に隣接する燃料集合体を連結する機構を設け、炉心上部  
から鉛直下向きに制御棒を挿入する制御棒の移動通路を  
確保する。

【0019】

【実施例】図1から図5を参照しながら第1の発明の実  
施例を説明する。なお、各図とも図19から図21までに示  
した部分と同一部分には同一符号を付して重複する部分  
の説明は省略し、その要部のみ説明する。図1および図  
2は本実施例の要部のみを示し、図3は図2のA-A矢  
視断面図を、図4は図2のB-B矢視断面を示してい  
る。

【0020】すなわち、図1から図4において、シュラ  
ウドヘッド7の上部に設置した気水分離器9およびスタ  
ンドパイプ8において、これらを構成し、水平方向に一  
定間隔をおいて林立する複数の円筒体の間隙に、制御棒  
24を内部に収納している十字状の制御棒案内管25を配置

6

している。この制御棒案内管25はシュラウドヘッド7を  
貫通し、燃料集合体6の上端に至るまで一体として配設  
されている。

【0021】制御棒案内管25の上端はセパレータ上部固  
定板26に固定されており、気水分離器9を通過してい  
ない制御棒案内管25内の蒸気流が、セパレータ上部固定板  
26から上部に上昇するのを防ぐために、制御棒24に結合  
しているCRD駆動軸27はCRD軸封部28を通過して上  
部に導出されている。

【0022】以上の構成によると、制御棒案内管25はシ  
ュラウドヘッド7およびセパレータ上部固定板26により  
水平支持され、十分に剛構造とすることが可能であり、  
制御棒24と燃料集合体6の水平相対位置を一定に保た  
れ、制御棒24の炉心2への挿入性能が確保できる。

【0023】炉心2を上部から見たA-A矢視方向の横  
断面を図3に示す。制御棒24が挿入される燃料集合体6  
の隙間を上から覆うような形で、十字状制御棒案内管25  
が燃料集合体6の上端に至るまで配設されている。また  
気水分離器9の中間部におけるB-B矢視方向の横断面  
を図4に示す。気水分離器9を構成する円筒体の間隙に  
制御棒案内管25が配置され、制御棒24を内部に収納して  
いる。

【0024】なお、図示しないが、気水分離器9の上部  
に設置する蒸気乾燥器10は環状のドライヤを設置するも  
のとし、その環状内に制御棒駆動機構(CRD)が設置  
されるスペースを有している。

【0025】図5にはCRD軸封部28の詳細縦断面を示  
す。CRD軸封部28にはラビリンス29が形成されてお  
り、CRD駆動軸27との隙間を通過して上昇しようとす  
る蒸気流の流動抵抗を増大させて、気水分離器9を通過  
しないで上昇するリーク蒸気の流量を最小にするように  
考慮してある。

【0026】ラビリンス29は加工の容易なねじラビリ  
ンスと、流動抵抗の大きいリングラビリンスのいずれでも  
よい。ラビリンス29の上部には蒸気中の水分により水封  
用たまり水30がたまり、この水頭によりリーク蒸気を水  
封することもできる。

【0027】しかして、第1の発明の実施例によれば、  
炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する方式に対応  
し、気水分離器およびスタンドパイプと制御棒案内管を  
上下方向の同一レベルで配置することが可能となり、炉  
内構造全体として鉛直方向の寸法低減がなされ、原子炉  
圧力容器を短尺化する効果が得られ原子炉建屋の耐震上  
有利である。

【0028】次に図6から図9を参照しながら第2の発  
明の実施例を説明する。なお、各図とも図1から図5と  
同一部分には同一符号を付して重複する部分の説明は省  
略する。

【0029】図6は第2の発明の実施例の斜視図を示  
し、図7は図6を一部断面で示す正面図を示している。

本実施例は、以下のような構造の原子炉に係るシステムである。シュラウドヘッド7の上部に設置した気水分離器9およびスタンドパイプ8において、これらを構成し水平方向に一定間隔をおいて林立する複数の円筒体の間隙に、制御棒24を内部に収納している十字状の制御棒案内管25を配置している。この制御棒案内管25はシュラウドヘッド7を貫通し、燃料集集体6の上端に至るまで一体として配設されている。制御棒案内管25の上端はセパレータ上部固定板26に固定されており、気水分離器9を通過していない制御棒案内管25内の蒸気流がセパレータ上部固定板26から上部に上昇するのを防ぐために、制御棒24に結合しているCRD駆動軸27はCRD軸封部28を通過して上部に導出されている。

【0030】炉心2を上部から見たC-C矢視方向の横断面を図8に示し、シュラウドヘッド7と燃料集集体6上部間を一部断面で示す側面図を図9に示す。定期検査時にシュラウドヘッド7はその上部構造である制御棒案内管25、スタンドパイプ8、気水分離器9等と同時に取り外され、検査終了後に再組立される。

【0031】シュラウドヘッド7の下部に燃料集集体6に直接接触する下部にテーバー部を設けた制御棒案内延長管32を溶接したとしても、シュラウドヘッド7の位置決め精度から燃料集集体6上部にスムーズに挿入されるのは困難である。

【0032】本実施例ではシュラウドヘッド7の下部に短尺で下部にテーバーを有し、シュラウドヘッド7上部の制御棒案内管25からシュラウドヘッド7の位置決め精度より若干大きめの径を有する制御棒案内延長管32を溶接し、上下にテーバー部を有する十字型の連結管31を介して燃料集集体6を囲む燃料チャンネル20の位置決めを可能とする。

【0033】組立手順としては、燃料集集体6挿入後に連結管31を挿入し、燃料集集体6上部での燃料集集体6の位置決めをし、制御棒24の移動通路を確保する。最後にシュラウドヘッド7を上部にかぶせるシュラウドヘッド7の位置が燃料集集体6と精度内で若干ずれていたとしても、制御棒案内延長管32の下部テーバーと連結管31の上部テーバーがスライドして制御棒24移動通路が確保される。

【0034】第2の発明によれば、炉心上部から延長下向きに制御棒を挿入する方式が可能となり、原子炉压力容器の下部構造の簡素化を通じて、原子炉の基本的安全性の一層の向上および定期検査時の作業性向上・被曝低減を図ることができる。

【0035】次に図10から図14を参照して第3の発明の実施例を説明する。なお、各図とも図1から図5と同一部分には同一符号を付して重複する部分の説明は省略する。

【0036】図10は第3の発明の実施例の斜視図を示し、図11は一部断面で示す正面図を示している。本実施

例は以下のような構造の原子炉に係るシステムである。シュラウドヘッド7の上部に設置した気水分離器9およびスタンドパイプ8において、これらを構成し水平方向に一定間隔をおいて林立する複数の円筒体の間隙に、制御棒24を内部に収納している十字状の制御棒案内管25を配置している。

【0037】この制御棒案内管25はシュラウドヘッド7を貫通し、燃料集集体6の上端に至るまで一体として配設されている。制御棒案内管25の上端はセパレータ上部固定板26に固定されており、気水分離器9を通過していない制御棒案内管25内の蒸気流がセパレータ上部固定板26から上部に上昇するのを防ぐために、制御棒24に結合しているCRD駆動軸27はCRD軸封部28を通過して上部に導出されている。

【0038】炉心2を上部から見たD-D矢視方向の横断面図を図14に示す。定期検査時にシュラウドヘッド7はその上部構造である制御棒案内管25、スタンドパイプ8、気水分離器9等と同時に取り外され、検査終了後に再組立される。

【0039】本実施例では上部格子板5上の格子点において4体の燃料チャンネル20を1組として固定具33にて固定し、格子中央部に制御棒24の移動用の空間を設けることを可能とする。燃料チャンネル20と固定具33の斜視図と正面図を図12および図13にそれぞれ示す。固定具33は取付け板34と、この取付け板34を貫通した頭部35で固定される脚部36と、燃料チャンネル20に取付ける締付けボルト部38とからなっている。脚部36には内側に突出した板ばね37が取り付けられている。

【0040】ここで、下方に延びた3本の脚部36を上から燃料チャンネル20にはめ込み、それぞれの脚部36に付いた板ばね37で挟むことによって、燃料チャンネル20を固定させる。また、転がり事故防止と操作の容易さを考慮した上から、あらかじめ1体の燃料チャンネル20に設置した形で用いることにする。

【0041】組立手順としては、3体の燃料集集体6を挿入後、固定具33を装着した燃料チャンネル20を挿入し、他の3体の燃料集集体6を固定して制御棒24の移動通路を確保する。最後にシュラウドヘッド7を上部にかぶせる。燃料集集体6は固定具33で上部格子板5側に引き寄せられているため、中央部にはスペースが空き、制御棒24の移動通路が確保される。図14は上部格子体5、燃料集集体6、制御棒24および固定具33の配置取付け状態を示している。

【0042】本実施例によれば、炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する方式が可能となり、原子炉压力容器下部構造の簡素化を通じて、原子炉の基本的安全性の一層の向上および定期検査時の作業性向上・被曝低減を図ることができる。

【0043】次に第4の発明の実施例について図15から図18を参照して説明する。なお、各図とも図1から図5

と同一部分には同一符号を付して重複する部分の説明は省略する。

【0044】図15は本実施例の斜視図を示し、図16は一部断面で示す正面図を示している。すなわち、シュラウドヘッド7の上部に設置した気水分離器9およびスタンドパイプ8において、これらを構成し水平方向に一定間隔をおいて林立する複数の円筒体の間隙に、制御棒24を内部に収納している十字状の制御棒案内管25を配置している。

【0045】この制御棒案内管25はシュラウドヘッド7を貫通し、燃料集合体6の上端に至るまで一体として配設されている。制御棒案内管25の上端はセパレータ上部固定板26に固定されている。

【0046】気水分離器9を通過していない制御棒案内管25内の蒸気流がセパレータ上部固定板26から上部に上昇するのを防ぐために、制御棒24に結合しているCRD駆動軸27はCRD軸封部28を通過して上部に導出されている。定期検査時にシュラウドヘッド7はその上部構造である制御棒案内管25、スタンドパイプ8、気水分離器9等と同時に取り外され、検査終了後に再組立される。

【0047】炉心2を上部から見たE-E矢視方向の横断面を図17(a)に、図17(a)における連結部のF-F矢視方向の縦断面を図17(b)に、実施例の部分的に拡大した斜視図を図18に示す。

【0048】本実施例では燃料集合体6の上部構造部材40に連結凸部41と連結凹部42からなる燃料集合体連結機構39を設け、隣接する燃料集合体6を上部格子板5上で連結することによって制御棒24の移動通路を確保する。燃料集合体6の上端面には上部構造部材40が4本の固定ボルト43によって固定されている。連結部断面に示すように連結凸部41と連結凹部42の双方にテーパが形成されており、どちらの側の燃料集合体の挿入および引き抜きの際にも精度よく位置決めができる構造になっている。

【0049】本実施例によれば、炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する方式が可能となり、原子炉压力容器の下部構造の簡素化を通じて、原子炉の基本的安全性の一層の向上および定期検査時の作業性向上・被曝低減を図ることができる。

【0050】なお、上記実施例は沸騰水型原子炉に用いられる燃料集合体においても同様に適応され、制御棒の移動空間の確保が容易になり、特に地震時の制御棒操作性を向上させる効果がある。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば炉心上部から鉛直下向きに制御棒を挿入する沸騰水型原子炉において、制御棒の移動通路を確保することができる。また、炉内構造全体として鉛直方向の寸法低減ができ、原子炉压力容器の短尺化に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る沸騰水型原子炉の第1の発明の実施例における炉心上部から気水分離器までの炉内構造を一部断面で示す斜視図。

【図2】図1において一部断面で示す正面図。

【図3】図2においてA-A矢視方向を切断して示す横断面図。

【図4】図2においてB-B矢視方向を切断して示す横断面図。

【図5】図1におけるCRD軸封部を拡大して示す縦断面図。

【図6】本発明に係る沸騰水型原子炉の第2の発明の実施例における炉心上部から気水分離器までの炉内構造を一部断面で示す斜視図。

【図7】図6において一部断面で示す正面図。

【図8】図7においてC-C矢視方向を切断して示す横断面図。

【図9】図7におけるシュラウドヘッドと燃料チャンネルとの間を一部断面で示す側面図。

【図10】本発明に係る沸騰水型原子炉の第3の発明の実施例における炉心上部から気水分離器までの炉内構造を一部断面で示す斜視図。

【図11】図11において一部断面で示す正面図。

【図12】図11において燃料チャンネルとその固定具とを示す斜視図。

【図13】図12における正面図。

【図14】図11においてD-D矢視方向を切断して示す横断面図。

【図15】本発明に係る沸騰水型原子炉の第4の発明の実施例における炉心上部から気水分離器までの炉内構造を一部断面で示す斜視図。

【図16】図15において一部断面で示す正面図。

【図17】(a)は図16においてE-E矢視方向を切断して示す横断面図、(b)は(a)におけるF-F矢視方向を切断して拡大した縦断面図。

【図18】図15における上部格子板と燃料集合体連結機構との関係を示す斜視図。

【図19】従来の沸騰水型原子炉の炉内構造を概略的に示す縦断面図。

【図20】図19における燃料集合体の装荷状態を一部断面で示す斜視図。

【図21】図19における炉心の一部を拡大して示す上面図。

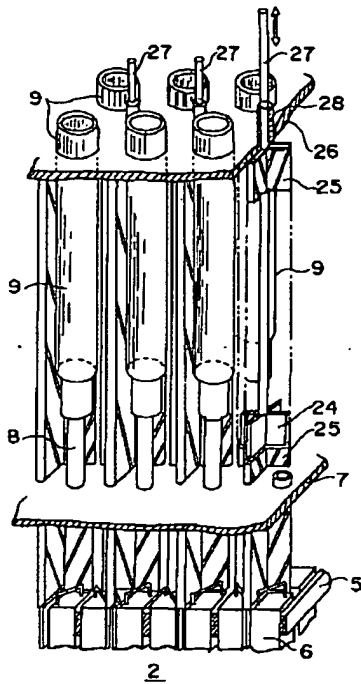
【符号の説明】

1…原子炉压力容器、2…炉心、3…シュラウド、4…炉心支持板、5…上部格子板、6…燃料集合体、7…シュラウドヘッド、8…スタンドパイプ、9…気水分離器、10…蒸気乾燥器、11…制御棒案内管、12…制御棒駆動機構、13…ジェットポンプ、14…再循環ポンプ、15…再循環系配管、16…吐出側配管、17…吸込側配管、18…主蒸気管、19…給水配管、20…燃料チャンネル、21…燃

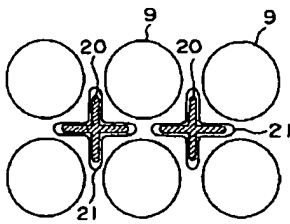
1 1

料支持金具、22…下部タイプレート、23…チャンネルファスナー、24…制御棒、25…制御棒案内管、26…セパレータ上部固定板、27…CRD駆動軸、28…CRD軸封部、29…ラビリンス、30…水封用たまり水、31…連結

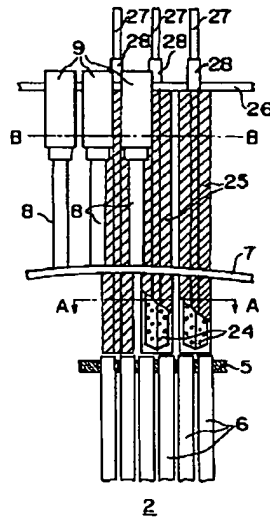
【図1】



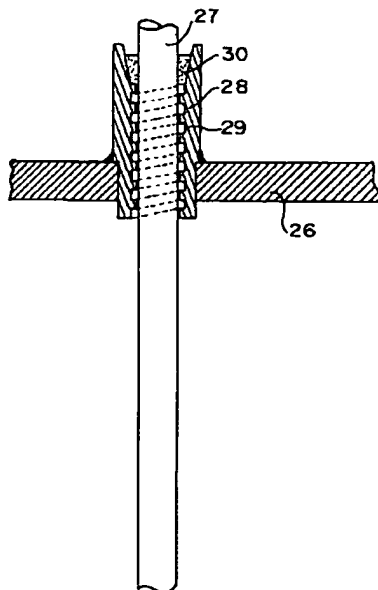
【図4】



【図2】



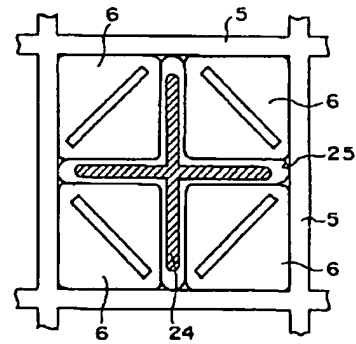
【図5】



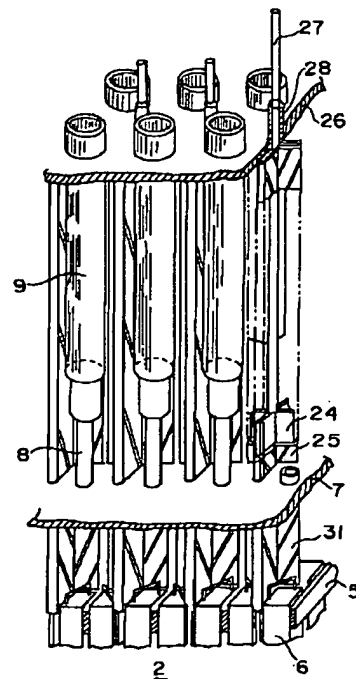
1 2

管、32…制御棒案内延長管、33…固定具、34…取付け板、35…頭部、36…脚部、37…板ばね、38…締付けボルト部、39…連結機構、40…上部構造部材、41…連結凸部、42…連結凹部、43…固定ボルト。

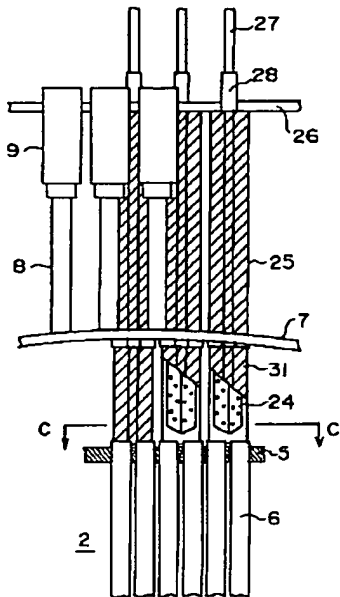
【図3】



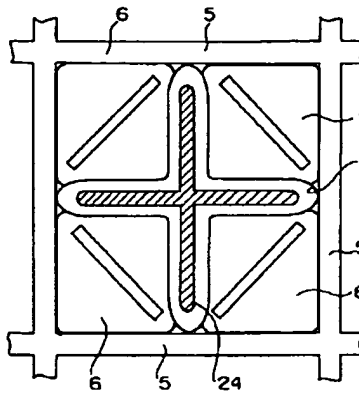
【図6】



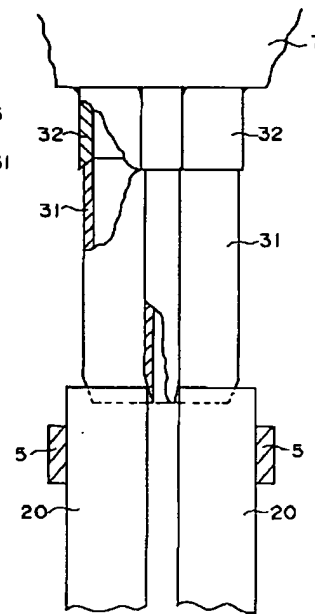
【図7】



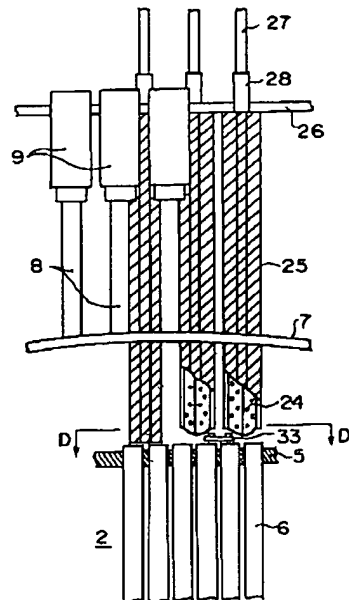
【図8】



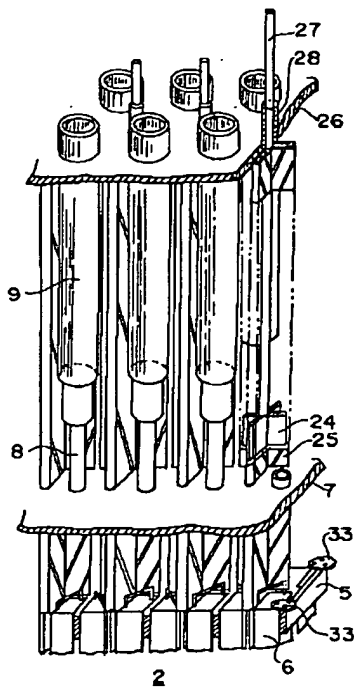
【図9】



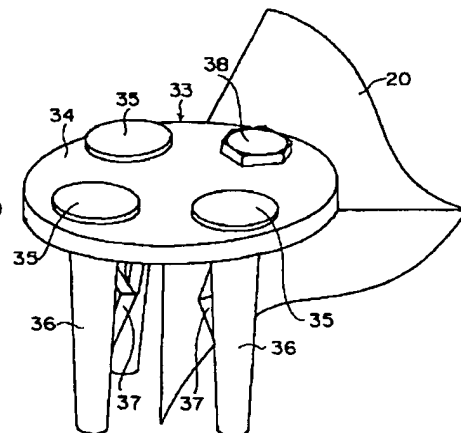
【図11】



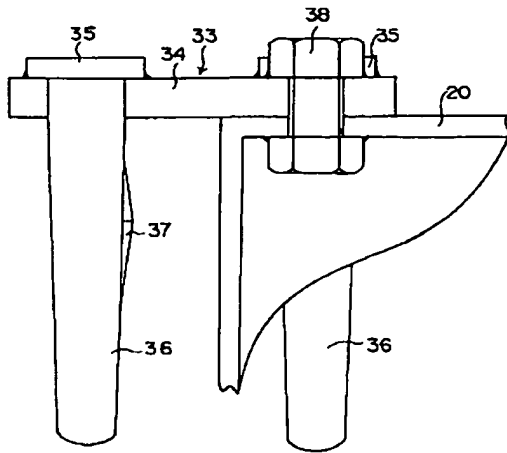
【図10】



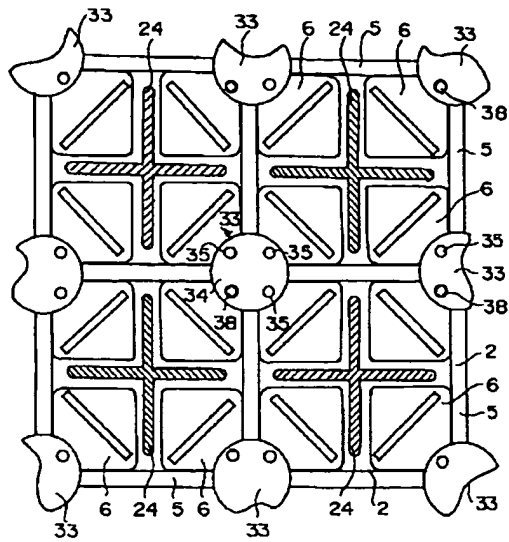
【図12】



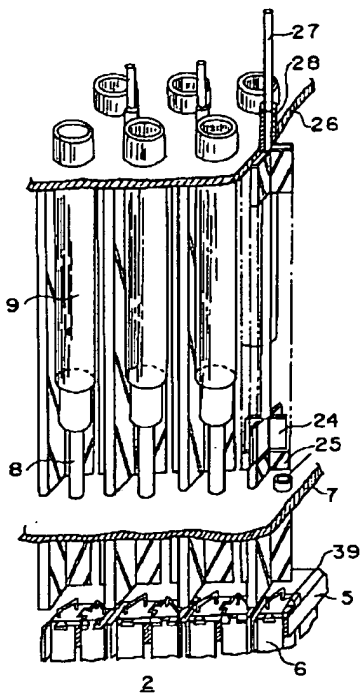
【図13】



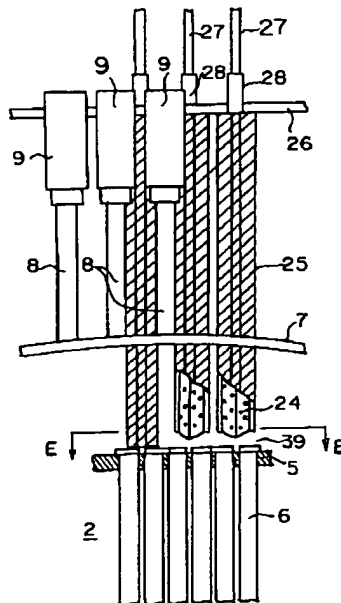
【図14】



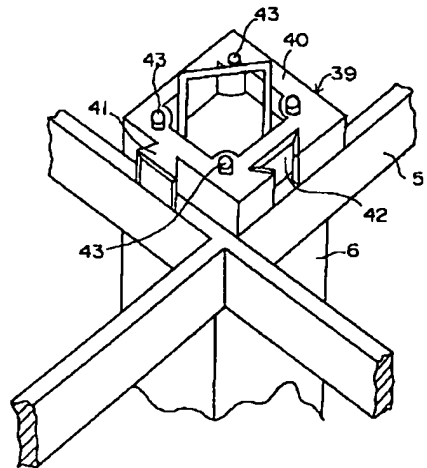
【図15】



【図16】



【図18】





## フロントページの続き

(72)発明者 田中 信彦  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 宮川 卓也  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 都筑 律子  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 相田 安彦  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝総合研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**